

# **EFISIENSI PEMUPUKAN FOSFAT, KETAHANAN TERHADAP KEKERINGAN DAN PERTUMBUHAN KACANG TANAH (*ARACHIS HYPOGAEA* L.) DENGAN INOKULASI JAMUR MIKORIZA VESIKULAR-ARBUSKULAR PADA TANAH BERKAPUR**

*Phosphate Fertilizer Application Efficiency, Drought Stress Resistance and the Growth of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Inoculated with Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae Grown on Calcareous Soils*

Ch. Endang Purwaningsih<sup>1</sup> dan Santosa<sup>2</sup>

Program Studi Biologi  
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

## **ABSTRACT**

This study was carried out to investigate the effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae (VAM) inoculation on phosphate fertilizer application efficiency, drought stress resistance and the growth of peanut (*Arachis hypogaea* L.) grown on calcareous soils. Factorial Completely Randomized Design (CRD) with five replicates were used in this experiment. The first factor was two levels of VAM inoculation, i.e.  $M_0$  : without inoculation and  $M_1$  : inoculated with *Glomus fasciculatum*. The second factor consisted of four levels of phosphate fertilizer (SP-36) application, i.e.  $P_0$  : without phosphate fertilizer,  $P_1$  : 0.08 g,  $P_2$  : 0.16 g, and  $P_3$  : 0.24 g/polybag, respectively. And the third factor was three levels of plant watering frequency, i.e.  $A_0$  : watered everyday,  $A_1$  : watered once in three days and  $A_2$  : watered once in five days, until field capacity. Plants were grown on 3 kg of sterile calcareous soils added by compost of ten gram/polybag and legin in the polybag and harvested at thirty days after planting.

<sup>1</sup> Fakultas MIPA Universitas Widya Mandala Madiun

<sup>2</sup> Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

The measurement parameters including percentage of mycorrhiza infection, plant growth (dry weight of shoot and root, shoot/root ratio, relative growth rate, number and weight of effective nodule), total shoot P content and percentage increase of plant shoot P concentration. Collected data were analyzed by Analysis of Variance (Anova), followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 5% level of significant.

The result of this experiment showed that percentage of VAM infection was 76,97% on average. Mycorrhizal colonisation significantly increased plant growth (dry weight of shoot, shoot/root ratio, relative growth rate, number and weight of effective nodule), and total shoot P content. Symbiotic association with VAM also enhanced efficiency of phosphate fertilizer application and drought stress resistance of peanut on calcareous soils.

**Keyword :** VAM, phosphate fertilizer application, drought, growth, peanut, calcareous soils.

## PENGANTAR

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang banyak ditanam di lahan kering berkapur yang umumnya miskin unsur hara, kecuali Ca dan Mg; dengan pH berkisar antara 7,0 - 8,5 (Ispandi, 2001). Rata-rata produksi kacang tanah di lahan kering relatif masih rendah. Hal ini antara lain disebabkan karena faktor lingkungan, seperti rendahnya kandungan bahan organik tanah, miskinnya unsur hara dan ketersediaan air yang rendah, sehingga tidak mencukupi kebutuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Juanda & Soelaiman, 1994).

Efisiensi pemupukan P pada tanah berkapur umumnya rendah, karena ion fosfat sulit mencapai permukaan akar yang sudah tertutup ion  $\text{Ca}^{++}$  dan akan segera terbentuk senyawa Ca-fosfat yang daya larutnya sangat rendah, sehingga sulit diserap oleh akar tanaman. Kondisi tanah yang kering mengurangi kelarutan dan difusi hara (terutama P) menuju akar tanaman, sehingga menambah cekaman defisiensi P pada tanaman (Ispandi, 2001).

Mikoriza vesikular-arbuskular (MVA) adalah kelompok endomikoriza yang mampu menginfeksi hampir semua tanaman

pertanian, bersifat endosimbion obligat aerob, memperoleh karbohidrat dari tanaman inang dan membantu pertumbuhan inang dengan meningkatkan penyerapan hara, terutama fosfor (Sylvia & Williams, 1992; Marschner, 1995; Rao, 1999).

Infeksi mikoriza pada tanaman legum mempunyai arti penting, karena pembentukan bintil akar dan penambahan N simbiotik oleh *Rhizobium* memerlukan pasokan P dalam jumlah yang cukup. Selain itu, MVA juga dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman, antara lain : kekeringan dan dapat melindungi tanaman dari serangan patogen akar (Marschner, 1995).

Infeksi MVA dipengaruhi oleh spesies jamur, tumbuhan inang dan faktor lingkungan tanah. Tiap spesies jamur memiliki tingkat efektivitas dan interaksi fisiologi yang berbeda terhadap tumbuhan inang. Ada tidaknya kecocokan antara tumbuhan inang dengan MVA berpengaruh terhadap tingkat kolonisasi dan sporulasi jamur. Kolonisasi mikoriza pada akar paling baik dicapai pada tanah yang tingkat kesuburannya rendah. Pada tanah yang miskin hara P dan N, pemberian pupuk P dan N dalam dosis yang rendah akan meningkatkan infeksi mikoriza (Bethlenfalvay, 1992; Marschner, 1995).

Dalam penelitian ini dikaji pengaruh inokulasi MVA terhadap efisiensi pemupukan fosfat, ketahanan terhadap kekeringan dan pertumbuhan tanaman kacang tanah pada tanah berkapur.

## CARA PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Benih kacang tanah varietas Gajah; MVA jenis *Glomus fasciculatum* dari Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon SEAMEO-BIOTROP, Bogor; tanah berkapur dari daerah Pajangan, Bantul, Yogyakarta; kompos, pupuk SP-36, dan legum untuk kacang tanah.

### Metode Penelitian

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial, dengan 5 ulangan. Faktor pertama, inokulasi mikoriza dengan 2 aras, yaitu  $M_0$  : tanpa inokulasi MVA dan  $M_1$  : diinokulasi dengan *Glomus fasciculatum*, 20 g/polibag. Faktor kedua, pemupukan fosfat (SP-36) dengan 4 aras, berturut-turut  $P_0$  : tanpa pupuk fosfat,  $P_1$  : 0,08 g,  $P_2$  : 0,16 g, dan  $P_3$  : 0,24 g/polibag.

Faktor ketiga, frekuensi penyiraman sampai kapasitas lapang dengan 3 aras, yaitu A<sub>0</sub> : penyiraman 1 hari sekali, A<sub>1</sub> : penyiraman 3 hari sekali, A<sub>2</sub> : penyiraman 5 hari sekali.

Penanaman dilakukan dalam polibag, berisi 3 kg tanah berkapur steril yang diberi pupuk dasar kompos 10g/polibag dan legin. Tanaman dipanen pada umur 30 hari setelah tanam. Pengamatan kolonisasi MVA dilakukan dengan pengecatan akar menggunakan prosedur *clearing* dan *staining* (Rao, 1999) yang dimodifikasi. Dilakukan pengukuran parameter pertumbuhan, meliputi : berat kering pucuk dan akar, rasio pucuk/akar, laju pertumbuhan relatif (RGR), jumlah dan berat bintil akar efektif. Kadar P total pucuk diukur dengan metode molibdat-vanadat (Sudjadi *et al.*, 1971).

Data dianalisis dengan analisis sidik ragam (Anava) dan beda nyata di antara rerata kombinasi perlakuan ditentukan dengan uji beda jarak Duncan (DMRT) pada taraf uji 5%. Efisiensi pemupukan fosfat ditentukan dengan melihat peningkatan kadar P total pucuk pada tanaman yang bermikoriza yang diperoleh dari rumus :

$$\% \text{ peningkatan [P] total pucuk} = \frac{[\text{P}] \text{ pucuk } M_1 - [\text{P}] \text{ pucuk } M_0}{[\text{P}] \text{ pucuk } M_0} \times 100\%$$

dan kenaikan biomassa, sedangkan ketahanan terhadap kekeringan ditentukan dengan membandingkan pertumbuhan antara perlakuan A<sub>2</sub> dengan A<sub>1</sub> dan A<sub>0</sub> pada perlakuan M<sub>1</sub> dan M<sub>0</sub>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase Infeksi Mikoriza dan Kadar P total Pucuk

Infeksi mikoriza ditentukan oleh spesies MVA, spesies tanaman dan tingkat kesuburan tanah.

Tabel 1. Persen infeksi (%) mikoriza dan kadar P total pucuk (% berat kering) tanaman kacang tanah umur 30 hari

Parameter	Perlakuan	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Rerata P	Rerata M
Persen infeksi mikoriza (%)	M <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	0,00 g	0,00 g	0,00 g	0,00 a
		P <sub>1</sub>	0,00 g	0,00 g	0,00 g	0,00 a
		P <sub>2</sub>	0,00 g	0,00 g	0,00 g	0,00 a
		P <sub>3</sub>	0,00 g	0,00 g	0,00 g	0,00 a
		Rerata A	0,00 s	0,00 s	0,00 s	
	Rerata M <sub>0</sub>					0,00 x
	M <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	69,60 h	78,00 ij	71,20 h	72,93 b
		P <sub>1</sub>	74,40 hi	82,00 ikl	78,40 ijk	78,27 c
		P <sub>2</sub>	71,60 h	85,60 l	78,00 ij	78,40 c
		P <sub>3</sub>	73,60 hi	84,00 kl	77,20 ij	78,27 c
		Rerata A	72,30 t	82,4 v	76,20 u	
	Rerata M <sub>1</sub>					76,97 y
Kadar P total pucuk (% berat kering)		P <sub>0</sub>	0,29 g	0,30 g	0,28 g	0,29 a
		P <sub>1</sub>	0,38 ij	0,40 ij	0,34 h	0,37 b
		P <sub>2</sub>	0,39 ij	0,41 j	0,37 hi	0,39 b
		P <sub>3</sub>	0,40 ij	0,40 ij	0,37 hi	0,39 b
		Rerata A	0,36 t	0,38 t	0,34 s	
	Rerata M <sub>0</sub>					0,36 x
		P <sub>0</sub>	0,46 k	0,51 klm	0,49 kl	0,48 c
		P <sub>1</sub>	0,48 kl	0,53 lm	0,52 klm	0,51 cd
		P <sub>2</sub>	0,47 kl	0,52 klm	0,51 klm	0,50 cd
		P <sub>3</sub>	0,48 kl	0,57 m	0,50 klm	0,52 d
		Rerata A	0,47 u	0,53 w	0,51 v	
	Rerata M <sub>1</sub>					0,50 y

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama baik dalam baris maupun kolom pada masing-masing kombinasi perlakuan; tidak berbeda nyata pada uji DMRT ( $\alpha = 0,05$ ).

M<sub>0</sub> (tanpa inokulasi mikoriza), M<sub>1</sub> (diinokulasi dengan *Glomus fasciculatum*), P<sub>0</sub> (tanpa pupuk SP-36), P<sub>1</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,08 g/polibag), P<sub>2</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,16 g/polibag), P<sub>3</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,24 g/polibag), A<sub>0</sub> (disiram sehari sekali), A<sub>1</sub> (disiram 3 hari sekali), A<sub>2</sub> (disiram 5 hari sekali).

Tingkat kolonisasi yang tinggi (Tabel 1.), menunjukkan bahwa *Glomus fasciculatum* dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi tanah berkapur yang miskin hara, bersifat alkalis dengan pH 7,77 dan berinteraksi dengan tanaman kacang tanah. Menurut Bagyaraj & Powell (1984), *Glomus fasciculatum* mampu tumbuh pada medium dengan pH 5,5 - 9,5. Tingkat infeksi akar juga dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah. Tanah berkapur yang digunakan pada penelitian ini memiliki tingkat kesuburan yang rendah (kandungan P tersedia : 7,93 ppm, C organik : 0,98%, bahan organik : 1,69%, N total : 0,12%). Sesuai dengan pendapat Lambers *et al.* (1998), ketersediaan fosfor yang rendah dalam tanah akan meningkatkan infeksi dan/atau aktivitas simbiosis secara nyata.

Asosiasi tanaman kacang tanah dengan mikoriza secara nyata meningkatkan kandungan P total pucuk. Tabel 1. menunjukkan bahwa tanaman bermikoriza memiliki kadar P total pucuk lebih tinggi daripada tanaman yang tidak bermikoriza. Menurut Small & Ohlrogge (1973), kandungan P pucuk kacang tanah berkisar antara 0,2 - 0,5%, dengan nilai kecukupan antara 0,25 - 0,50%. Nilai kritis P umumnya kurang dari 0,25% (Cox & Pery, 1989). Hasil analisis menunjukkan bahwa baik tanaman yang bermikoriza maupun tidak bermikoriza memiliki kandungan P total pucuk yang tergolong cukup tinggi.

Pada tanaman yang tidak bermikoriza, peningkatan kadar P total pucuk dipengaruhi oleh perlakuan pemupukan fosfat dan frekuensi penyiraman. Pemberian pupuk SP-36 meningkatkan jumlah P tersedia bagi tanaman, sehingga makin besar jumlah ion fosfat yang dapat diserap oleh akar. Kondisi tanah yang kering (perlakuan A<sub>2</sub>) menurunkan kadar P total pucuk, karena kelembaban tanah yang rendah mengurangi aliran air dan hara mineral (terutama P) dari tanah ke akar dan menurunkan penyerapannya oleh akar tanaman.

Tabel 2. menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar P total pucuk pada tanaman bermikoriza, rata-rata sebesar 41,75%. Diduga mikoriza berperan meningkatkan penyerapan P, terutama dengan membebaskan P yang tidak tersedia dalam tanah berkapur menjadi tersedia bagi tanaman. Hal ini didukung hasil penelitian Cahyono (2001), yang menunjukkan bahwa MVA mampu membebaskan P terfiksasi menjadi bentuk P yang tersedia.

**Tabel 2. Persen peningkatan kadar P total pucuk (%) tanaman kacang tanah umur 30 hari**

Perlakuan		A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Rerata P	Rerata M <sub>1</sub>
M <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	60,36 <sup>n</sup>	68,14 <sup>o</sup>	72,09 <sup>p</sup>	66,86 <sup>b</sup>	
	P <sub>1</sub>	27,00 <sup>h</sup>	31,49 <sup>i</sup>	52,86 <sup>m</sup>	37,12 <sup>a</sup>	
	P <sub>2</sub>	21,56 <sup>g</sup>	28,28 <sup>i</sup>	40,55 <sup>l</sup>	30,13 <sup>a</sup>	
	P <sub>3</sub>	21,07 <sup>g</sup>	40,92 <sup>l</sup>	36,69 <sup>k</sup>	32,89 <sup>a</sup>	
	Rerata A	32,50 <sup>s</sup>	42,21 <sup>st</sup>	50,55 <sup>t</sup>		
Rerata M <sub>1</sub>						41,75

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama baik dalam baris maupun kolom pada masing-masing kombinasi perlakuan, tidak berbeda nyata pada uji DMRT ( $\alpha = 0,05$ ).

M<sub>1</sub> (diinokulasi dengan *Glomus fasciculatum*), P<sub>0</sub> (tanpa pupuk SP-36), P<sub>1</sub> (diberi pupuk SP-36 0,08 g/polibag), P<sub>2</sub> (diberi pupuk SP-36 0,16 g/polibag), P<sub>3</sub> (diberi pupuk SP-36 0,24 g/polibag), A<sub>0</sub> (disiram sehari sekali), A<sub>1</sub> (disiram 3 hari sekali), A<sub>2</sub> (disiram 5 hari sekali).

Menurut Marschner (1995), laju respirasi tanaman bermikoriza pada tanah berkapur lebih tinggi, sehingga meningkatkan kelarutan Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Tingkat kelarutan fosfat tanah bertambah dengan diekskresikannya enzim-enzim fosfatase, baik oleh akar tanaman inang (*acid fosfatase*) maupun jamur MVA (*alkalin* dan *acid fosfatase*) sebagai tanggapan terhadap defisiensi P. *Acid fosfatase* disekresikan secara intraseluler maupun ekstraseluler dan dapat membebaskan P dari ester-ester fosfat, seperti mineral-mineral tanah yang tidak larut. Aktivitas *alkalin fosfatase* terutama terjadi pada hifa arbuskular, menunjukkan bahwa enzim tersebut terlibat dalam pertukaran hara.

#### Pertumbuhan tanaman

Pengaruh inokulasi mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah pada tanah berkapur berbeda pada bagian-bagian tanaman yang berbeda.

#### Berat kering tanaman

Berat kering tanaman dipengaruhi oleh perlakuan inokulasi mikoriza, tetapi pengaruhnya berbeda antara bagian pucuk dengan akar tanaman.

Tabel 3. Berat kering (g) tanaman kacang tanah umur 30 hari

Parameter	Perlakuan		A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Rerata P	Rerata M
Berat kering pucuk (g)	M <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	0,97 g	1,25 <sup>h</sup>	1,20 <sup>gh</sup>	1,14 <sup>a</sup>	
		P <sub>1</sub>	1,37 <sup>hi</sup>	1,65 <sup>jk</sup>	1,56 <sup>ijk</sup>	1,53 <sup>b</sup>	
		P <sub>2</sub>	1,59 <sup>ijk</sup>	1,60 <sup>ijk</sup>	1,43 <sup>hij</sup>	1,54 <sup>b</sup>	
		P <sub>3</sub>	1,62 <sup>ijk</sup>	1,83 <sup>k</sup>	1,68 <sup>jk</sup>	1,70 <sup>c</sup>	
		Rerata A	1,39 <sup>s</sup>	1,58 <sup>t</sup>	1,46 <sup>s</sup>		
	Rerata M <sub>0</sub>						1,48 <sup>x</sup>
	M <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	1,73 <sup>k</sup>	2,49 <sup>lmn</sup>	2,22 <sup>l</sup>	2,15 <sup>d</sup>	
		P <sub>1</sub>	2,34 <sup>lm</sup>	2,72 <sup>n</sup>	2,38 <sup>lmn</sup>	2,48 <sup>e</sup>	
		P <sub>2</sub>	2,19 <sup>l</sup>	2,67 <sup>mn</sup>	2,50 <sup>lmn</sup>	2,46 <sup>e</sup>	
		P <sub>3</sub>	2,21 <sup>l</sup>	2,73 <sup>n</sup>	2,34 <sup>lm</sup>	2,50 <sup>e</sup>	
		Rerata A	2,12 <sup>u</sup>	2,73 <sup>w</sup>	2,34 <sup>v</sup>		
	Rerata M <sub>1</sub>						2,39 <sup>y</sup>
Berat kering akar (g)		P <sub>0</sub>	0,15 g	0,22 <sup>h</sup>	0,22 <sup>h</sup>	0,20 <sup>a</sup>	
		P <sub>1</sub>	0,23 <sup>hi</sup>	0,24 <sup>hi</sup>	0,23 <sup>hi</sup>	0,23 <sup>b</sup>	
		P <sub>2</sub>	0,24 <sup>hi</sup>	0,25 <sup>hi</sup>	0,24 <sup>hi</sup>	0,24 <sup>b</sup>	
		P <sub>3</sub>	0,23 <sup>hi</sup>	0,27 <sup>i</sup>	0,23 <sup>hi</sup>	0,25 <sup>b</sup>	
		Rerata A	0,21 <sup>s</sup>	0,24 <sup>t</sup>	0,23 <sup>st</sup>		
	Rerata M <sub>0</sub>						0,23 <sup>x</sup>
		P <sub>0</sub>	0,17 g	0,24 <sup>h</sup>	0,24 <sup>h</sup>	0,22 <sup>a</sup>	
		P <sub>1</sub>	0,24 <sup>h</sup>	0,25 <sup>h</sup>	0,24 <sup>h</sup>	0,25 <sup>b</sup>	
		P <sub>2</sub>	0,23 <sup>h</sup>	0,23 <sup>h</sup>	0,25 <sup>h</sup>	0,24 <sup>b</sup>	
		P <sub>3</sub>	0,22 <sup>h</sup>	0,30 <sup>i</sup>	0,22 <sup>h</sup>	0,25 <sup>b</sup>	
		Rerata A	0,21 <sup>s</sup>	0,26 <sup>u</sup>	0,24 <sup>t</sup>		
	Rerata M <sub>1</sub>						0,24 <sup>x</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama baik dalam baris maupun kolom pada masing-masing kombinasi perlakuan, tidak berbeda nyata pada uji DMRT ( $\alpha = 0,05$ ).

M<sub>0</sub> (tanpa inokulasi mikoriza), M<sub>1</sub> (diinokulasi dengan *Glomus fasciculatum*), P<sub>0</sub> (tanpa pupuk SP-36), P<sub>1</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,08 g/polibag), P<sub>2</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,16 g/polibag), P<sub>3</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,24 g/polibag), A<sub>0</sub> (disiram sehari sekali), A<sub>1</sub> (disiram 3 hari sekali), A<sub>2</sub> (disiram 5 hari sekali).

Tabel 3. menunjukkan bahwa tanaman yang bermikoriza memiliki berat kering pucuk lebih besar daripada tanaman yang tidak bermikoriza. Pertumbuhan tanaman yang meningkat akan meningkatkan pertumbuhan mikoriza dan aktivitas fiksasi N<sub>2</sub>, yang selanjutnya akan membantu tanaman menyerap air dan menyediakan hara (terutama P dan N) lebih banyak lagi, sehingga pertumbuhan tanaman makin bertambah.

Sebaliknya pada akar, tidak ada beda nyata dalam hal berat kering akar antara tanaman yang bermikoriza dengan tanaman yang tidak bermikoriza. Diduga terjadi kompetisi untuk mendapatkan fotosintat antara jamur MVA, *Rhizobium*, dan akar tanaman. Akibatnya meskipun pasokan fotosintat dari bagian pucuk ke akar meningkat pada tanaman bermikoriza, tetapi sebagian besar digunakan juga untuk pertumbuhan mikoriza dan *Rhizobium*. Menurut Marschner (1995),  $\pm 15 - 30\%$  karbohidrat yang dialokasikan ke akar digunakan oleh mikoriza dan dalam proporsi yang sama karbohidrat juga digunakan pada legum yang berbintil akar untuk pembentukan dan fungsi asosiasi simbiotik.

#### Rasio pucuk/akar dan laju pertumbuhan relatif

Tabel 4. menunjukkan bahwa simbiosis dengan mikoriza meningkatkan rasio pucuk/akar tanaman kacang tanah. Meningkatnya rasio pucuk/akar pada tanaman yang bermikoriza diduga terjadi karena peningkatan pertumbuhan terutama terjadi pada bagian pucuk tanaman, sehingga meningkatkan rasio pucuk/akar. Marschner (1995), menyatakan bahwa pasokan P dan N mempengaruhi pertumbuhan pucuk dan akar tanaman, tetapi biasanya pertumbuhan pucuk lebih besar daripada pertumbuhan akar.

Tabel 4. juga menunjukkan bahwa laju pertumbuhan relatif (RGR) tanaman bermikoriza lebih tinggi daripada tanaman yang tidak bermikoriza. Diduga meningkatnya pasokan air dan hara mineral pada tanaman bermikoriza akan meningkatkan laju fotosintesis dan proses metabolisme yang lain, sehingga meningkatkan laju pertumbuhan tanaman.

Tabel 4. Rasio pupuk/akar dan laju pertumbuhan relatif (/minggu) tanaman kacang tanah umur 30 hari

Parameter	Perlakuan	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Rerata P	Rerata M
Rasio pupuk/akar	M <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	6,45 hijk	5,61 gh	5,48 g	5,85 a
		P <sub>1</sub>	6,11 ghij	6,94 ijk	6,73 ijk	6,60 bc
		P <sub>2</sub>	6,56 hijk	6,39 hijk	5,98 ghi	6,31 b
		P <sub>3</sub>	7,01 jk	6,75 ijk	7,24 k	7,00 c
		Rerata A	6,53 s	6,42 s	6,36 s	
	Rerata M <sub>0</sub>					6,44 x
	M <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	10,32 lm	10,31 lm	9,72 l	10,03 d
		P <sub>1</sub>	9,87 l	10,62 mn	9,95 lm	10,07 d
		P <sub>2</sub>	9,55 l	11,43 n	10,19 lm	10,39 d
		P <sub>3</sub>	10,17 lm	10,22 lm	10,20 lm	10,20 d
		Rerata A	9,98 t	10,65 u	9,89 t	
	Rerata M <sub>1</sub>					10,17 y
Laju perumbuhan relatif (/minggu)	M <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	0,23 g	0,30 hi	0,29 gh	0,27 a
		P <sub>1</sub>	0,32 hij	0,38 k	0,36 ij	0,35 b
		P <sub>2</sub>	0,37 jk	0,37 jk	0,33 hij	0,36 b
		P <sub>3</sub>	0,37 jk	0,44 k	0,38 k	0,40 c
		Rerata A	0,32 s	0,37 t	0,34 s	
	Rerata M <sub>0</sub>					0,34 x
	M <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	0,38 k	0,55 mnc	0,49 lm	0,47 d
		P <sub>1</sub>	0,52 lmn	0,60 op	0,53 lmn	0,55 e
		P <sub>2</sub>	0,48 l	0,58 no	0,55 mnc	0,54 e
		P <sub>3</sub>	0,48 l	0,67 p	0,50 lm	0,55 e
		Rerata A	0,47 u	0,60 w	0,52 v	
	Rerata M <sub>1</sub>					0,53 y

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama baik dalam baris maupun kolom pada masing-masing kombinasi perlakuan, tidak berbeda nyata pada uji DMRT ( $\alpha = 0,05$ ).

M<sub>0</sub> (tanpa inokulasi mikoriza), M<sub>1</sub> (diinokulasi dengan *Glomus fasciculatum*), P<sub>0</sub> (tanpa pupuk SP-36), P<sub>1</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,08 g/polibag), P<sub>2</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,16 g/polibag), P<sub>3</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,24 g/polibag), A<sub>0</sub> (disiram sehari sekali), A<sub>1</sub> (disiram 3 hari sekali), A<sub>2</sub> (disiram 5 hari sekali).

### Jumlah dan berat bintil akar efektif

Tabel 5. menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza meningkatkan jumlah dan berat bintil akar efektif. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh peran MVA yang membantu meningkatkan pasokan air dan hara (terutama P) pada tanaman yang bermikoriza. Pada tanaman legum, P berperan meningkatkan pembentukan bintil akar dan aktivitas fiksasi N<sub>2</sub>.

Tabel 5. Jumlah dan berat bintil akar efektif (g) tanaman kacang tanah umur 30 hari

Parameter	Perlakuan	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Rerata P	Rerata M
Jumlah bintil akar efektif	M <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	5,75 hi	4,80 gh	2,75 s	4,46 a
		P <sub>1</sub>	9,00 jk	7,00 ij	8,00 ij	8,00 b
		P <sub>2</sub>	11,00 kl	16,00 n	13,25 lm	13,23 c
		P <sub>3</sub>	14,25 mn	12,20 lm	11,60 l	12,57 c
		Rerata A	10,06 s	9,83 s	9,06 s	
	Rerata M <sub>0</sub>					9,65 x
	M <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	13,80 m	21,80 q	15,00 mn	15,67 d
		P <sub>1</sub>	17,20 mnop	21,60 q	18,60 nopq	19,13 e
		P <sub>2</sub>	20,60 pq	23,20 q	20,40 opq	21,20 f
		P <sub>3</sub>	15,20 mn	20,80 pq	16,20 mno	17,40 de
		Rerata A	16,70 t	21,85 u	17,55 t	
	Rerata M <sub>1</sub>					18,70 y
Berat Bintil Akar efektif (g)	M <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	15,36 ij	8,66 h	5,53 s	8,86 a
		P <sub>1</sub>	15,33 ij	13,19 i	18,38 k	15,63 b
		P <sub>2</sub>	14,26 ij	25,06 m	22,41 l	20,09 c
		P <sub>3</sub>	16,93 jk	18,52 k	14,87 ij	16,76 b
		Rerata A	14,71 s	16,05 t	15,27 st	
	Rerata M <sub>0</sub>					15,36 x
	M <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	20,75 l	35,26 nopq	24,38 lm	26,80 d
		P <sub>1</sub>	33,45 no	41,44 pqr	33,85 nop	36,25 e
		P <sub>2</sub>	35,44 nopq	46,51 r	38,98 opqr	40,31 f
		P <sub>3</sub>	29,65 mn	43,20 qr	33,40 mno	35,42 e
		Rerata A	29,83 u	41,60 v	32,65 u	
	Rerata M <sub>1</sub>					34,69 y

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama baik dalam baris maupun kolom pada masing-masing kombinasi perlakuan, tidak berbeda nyata pada uji DMRT ( $\alpha = 0,05$ ).

M<sub>0</sub> (tanpa inokulasi mikoriza), M<sub>1</sub> (diinokulasi dengan *Glomus fasciculatum*), P<sub>0</sub> (tanpa pupuk SP-36), P<sub>1</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,08 g/polibag), P<sub>2</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,16 g/polibag), P<sub>3</sub> (diberi pupuk SP-36 : 0,24 g/polibag), A<sub>0</sub> (disiram sehari sekali), A<sub>1</sub> (disiram 3 hari sekali), A<sub>2</sub> (disiram 5 hari sekali).



Air juga berpengaruh terhadap bintil akar, terkait dengan aktivitas enzim nitrogenase; kondisi kering menurunkan dengan cepat aktivitas nitrogenase (Marschner, 1995; Lerner, 1999). Hasil penelitian Indradewa (1998) menunjukkan bahwa cekaman kekeringan menurunkan jumlah bintil akar pada tanaman kacang tanah.

Menurut Bethlenfalvay (1992), rangsangan pada aktivitas bintil akar kemungkinan secara langsung atau dengan mempengaruhi fungsi simbiosis dengan merangsang tanaman inang menghasilkan metabolit sekunder (molekul-molekul sebagai sinyal yang mengatur ekspresi gen-gen simbiosis dan pertumbuhan). Meningkatnya jumlah dan berat bintil akar efektif akan meningkatkan fiksasi  $N_2$  yang berarti meningkatkan pasokan N bagi tanaman inang; yang berarti juga meningkatkan pertumbuhan tanaman.

#### **Potensi MVA untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Fosfat, Pertumbuhan Tanaman dan Ketahanan terhadap Kekeringan Tanaman Kacang Tanah pada Tanah Berkapur**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asosiasi simbiotik antara tanaman kacang tanah dengan jamur *Glomus fasciculatum* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Dalam hal ini MVA menyediakan air dan hara mineral bagi tanaman inang, sedangkan jamur memperoleh fotosintat untuk pertumbuhannya dari inangnya. Menurut Bagyaraj & Powell (1984), infeksi MVA meningkatkan jumlah jaringan pengangkut, lignifikasi xilem, tebal daun, ukuran tulang daun, sel mesofil, dan jumlah plastida. Hal ini dapat disebabkan secara langsung oleh meningkatnya pasokan P dan air ke tanaman inang, maupun secara tidak langsung melalui perbaikan lingkungan perakaran (antara lain dengan menurunkan pH tanah).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza juga berperan meningkatkan kandungan P total pucuk tanaman kacang tanah; yang berarti bahwa MVA berpotensi untuk meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat pada tanah berkapur. Efisiensi pemupukan juga terlihat dari kenaikan berat kering tanaman. Menurut Notohadiprawiro *et al.* (1984), efisiensi pemupukan dapat ditaksir dengan berbagai cara, antara lain menurut kenaikan bobot kering biomassa atau berdasarkan jumlah hara yang diserap oleh tanaman.

Jamur MVA diketahui dapat meningkatkan penyerapan air oleh tanaman kacang tanah pada tanah berkapur. Air sangat penting bagi tanaman, karena berfungsi dalam pembentukan sel, berpengaruh terhadap sintesis hormon (kondisi kekurangan air

sintesis IAA dan sitokinin dihambat, sedang sintesis ABA dipacu), dan digunakan untuk proses metabolisme (hidrolisis, transport dan pelarut). Perubahan komposisi hormon pada tanaman sebagai tanggapan terhadap infeksi mikoriza akan mengubah pola pertumbuhan tanaman. Sitokinin yang dibentuk di akar akan mempengaruhi pertumbuhan pucuk tanaman. Peran pentingnya terutama pada pembelahan sel, tetapi selain itu juga berperan pada inisiasi perkembangan kloroplas, menunda penuaan, merangsang pembentukan tunas, dan mobilisasi hara (Fosket, 1994).

Meningkatnya pertumbuhan tanaman pada kondisi kekeringan (perlakuan  $A_2$ ) karena meningkatnya pasokan air oleh jamur MVA menunjukkan bahwa asosiasi dengan jamur MVA dapat meningkatkan ketahanan tanaman kacang tanah terhadap kekeringan. Terbukti bahwa efek MVA dapat meniadakan faktor-faktor negatif tanah berkapur

#### **KESIMPULAN**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Inokulasi jamur MVA meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat tanaman kacang tanah pada tanah berkapur
2. Perlakuan inokulasi meningkatkan pertumbuhan (berat kering pucuk, rasio pucuk/akar, laju pertumbuhan relatif, serta jumlah dan berat bintil akar efektif) tanaman kacang tanah pada tanah berkapur.
3. Asosiasi dengan MVA meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan tanaman kacang tanah pada tanah berkapur.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Bagyaraj, D. J & L. P. Powell. 1984. *VA Mycorrhiza*. CRC Press, Inc. Florida. pp. 156 - 164.
- Bethlenfalvay. 1992. *Mycorrhizae and Crop Productivity*. Dalam : *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*, Madison (Ed.). American Society of Agronomy, Inc. Wisconsin. pp. 10 - 15.
- Cahyono, O. 2001. Pembebasan Fosfor Terperangkap (Occluded-P) dalam Tanah Melalui aktivitas Cendawan Mikorisa Arbuskula (CMA). *Habitat XII*, 4 : 236 - 243.

- Cox, F. R. & A. Perry. 1989. Groundnut (Peanut). Dalam : *Detecting Mineral Nutrient Deficiencies in Tropical and Temperate Crops*, D. L. Plucknett & H. B. Spargue (Eds.). Westview Tropical Agriculture Series No. 7. Westview Press. London.
- Fosket, D. E. 1994. *Plant Growth and Development*. Academic Press. London. pp. 315 - 317.
- Foth, H. D. & B. G. Ellis. 1997. *Soil Fertility*. CRC Press, Inc. New York. p. 156 - 157.
- Indradewa, D. 1998. Tanggapan akar dan Bintil Akar Kacang Tanah terhadap Kekeringan pada Berbagai Umur Tanaman. *Il. Pert.* 6 (2) : 20 - 27.
- Ispandi, A. 2001. Pengaruh Pemupukan N, P, K, dan S terhadap Dinamika Hara di Lahan Kering Alfisol dan Tanaman Kacang Tanah. *Il. Pert.* 8 (2) : 83 - 94.
- Juanda, D. & Y. Soelaiman. 1994. *Informasi Teknis Budidaya Kacang Tanah di Lahan Kering*. Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan dan Air. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Lambers, H., F. Stuart Chapin III & Thijs L. Pons. 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag. Berlin. pp. 384 - 387.
- Lerner, H. R. (Eds.). 1999. *Plant Responses to Environmental Stresses*. Marcel Dekker, Inc. New York. p. 362.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. New York. pp. 265 - 268, 367 - 371, 566 - 587.
- Notohadiprawiro, T., S. Soekodarmodjo & Endang Sukarna. 1984. *Pengelolaan Kesuburan Tanah dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan*. Dalam : Naskah ceramah Pertemuan Alih Teknologi. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Propinsi Dati I Jawa Tengah. p. 10.
- Rao, N. S. 1999. *Soil Microbiology*. Science Publishers, Inc. Enfield (NH), USA. pp. 334 - 339.
- Small, H. G. & A. J. Ohlrogge. 1973. *Plant Analysis as an Aid in Fertilizing Soybean and Peanuts*. Soil Society of America, Inc. Madison, Wisconsin USA. pp. 322 - 323.

- Sudjadi, M., L. M. Wijik & M. Sholeh. 1971. *Penuntun analisis tanah*. Lembaga Penelitian Tanah. Bogor.
- Sylvia, D. M. & S. E. Williams. 1992. Vesicular-arbuscular Mycorrhizae and Environmental Stress. Dalam : *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*, Madison (Ed.). American Society of Agronomy, Inc. Wisconsin. pp. 101 - 113.